

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**LIGHT EMITTING ELEMENT OF GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR**

Patent Number: JP63188977  
Publication date: 1988-08-04  
Inventor(s): MANABE KATSUhide; others: 04  
Applicant(s): TOYODA GOSEI CO LTD; others: 01  
Requested Patent: ☐ JP63188977  
Application Number: JP19870021124 19870131  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L33/00; H01L21/205  
EC Classification:  
Equivalents: JP2051744C, JP7009999B

**Abstract**

**PURPOSE:** To form I-layer and N-layer electrodes at a plane of the same side by pattern-forming of a silicon dioxide thin film at a principal plane of an N-layer of an N-type gallium nitride compound semiconductor, thereby causing an I-type gallium nitride compound semiconductor to grow selectively with the above silicon dioxide thin film as a mask.

**CONSTITUTION:** An I-type gallium nitride compound semiconductor performs a vapor growth at a principal plane of an N-layer 31 with a silicon dioxide thin film 32 as a mask. A single crystal I-type gallium nitride compound semiconductor 33 grows at a part which is not masked by the silicon dioxide, that is, at a part where the N-layer is exposed, while a single crystal does not grow on the silicon dioxide thin film 32 but a polycrystal or amorphous phase grows. Such a layer 34 exhibits conductivity larger than that of the I-layer. In only the silicon thin film 32 is formed thin enough to have conductivity, its conductivity layer is used as a lead for the N-layer and then I and N-layer electrodes are easily formed at the same plane.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-188977

Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)3月4日

H 01 L 33/00  
21/205

C-7733-5F  
7739-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 全6頁

⑭ 発明の名称 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

⑮ 特 願 昭62-21124

⑯ 出 願 昭62(1987)1月31日

⑰ 発 明 者	真 部 勝 英	愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
⑰ 発 明 者	三 崎 伸 夫	愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
⑰ 発 明 者	赤 崎 勇	愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内
⑰ 発 明 者	平 松 和 政	愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内
⑰ 発 明 者	天 野 浩	愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内
⑰ 出 願 人	豊田合成株式会社	愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地
⑰ 出 願 人	名古屋大学長	愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)
⑰ 代 理 人	弁理士 藤 谷 修	

明 細 書

1. 発明の名称

窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

2. 特許請求の範囲

N型の窒化ガリウム系化合物半導体(A<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>; 0<x<1を含む)からなるN層と、

前記N層の主面にパターン形成された二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)薄膜と、

二酸化シリコン薄膜がパターン形成されたN層の上に不純物をドーピングして選択成長され、N層に接合するI型の窒化ガリウム系化合物半導体(A<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>; 0<x<1を含む)からなるI層と、

前記二酸化シリコン薄膜の上に前記I層の成長と同時に形成された非単結晶の導電層と、

前記I層と前記導電層の界面に接合する電極層と

を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

の構造に関する。

【従来技術】

従来、有機金属化合物気相成長法(以下「MOCVD」と記す)を用いて、窒化ガリウム系化合物半導体(A<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>; 0<x<1を含む)薄膜をサファイア基板上に気相成長させた構造の発光素子が研究されている。

この発光素子は第5図に示すように、サファイア基板1の上にN型のGa<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>から成るN層2とその上に亜鉛をドーピングして形成されたI型のGa<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>から成るI層3とを形成し、I層3の上面に電極5とN層2の側面に電極6とを形成したものである。

【発明が解決しようとする問題点】

このように、発光素子はサファイア基板を用いているため、電極6の位置がN層2の側面になる構造が困難であるという問題がある。

また、N層2の電極をI層3の電極5と同一面に形成する場合には、所定のパターンに形成された絶縁膜をマスクにしてI層を選択的に形成した

後、絶縁膜を除去して露出したN型に電極を形成する試みがなされている。

しかし、絶縁膜をマスクにしたI型の選択成長が行い難いという問題があり、絶縁膜上にもI型が形成されるため絶縁膜のみ除去することに困難性があった。

本発明は、上記の問題点を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造を容易にすることである。

【問題点を解決するための手段】

上記問題点を解決するための発明の構成は、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、N型の窒化ガリウム系化合物半導体(A<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>(x=0)を含む)からなるN型と、N型の主面にパターン形成された二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)膜と、二酸化シリコン膜がパターン形成されたN型の上に不純物をドーピングして選択成長され、N型に接合するI型の窒化ガリウム系化合物半導体(A<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>(x=0)を含む)からなるI

型と、二酸化シリコン膜の上にI型の成長と同時に形成された非晶結晶の導電層と、I型と導電層の表面に接合する電極層とを設けたことである。  
【作用】

N型の主面にパターン形成された二酸化シリコン膜をマスクとして、I型の窒化ガリウム系化合物半導体を気相成長させると、二酸化シリコン膜によりマスクされていない部分、即ち、N型が露出した部分には単結晶のI型の窒化ガリウム系化合物半導体が成長するが、二酸化シリコン膜上には単結晶は成長せず多結晶又はアモルファスとなることが実験により判明した。そして、この二酸化シリコン膜の上に成長した非晶結晶の窒化ガリウム系化合物半導体から成る導電層は単結晶のI型より導電性を示すので、二酸化シリコン膜を導電性を有する程に厚く形成すれば、その導電層をN型に対するリードとすることができ、

したがって、上記のような二酸化シリコン膜に対する窒化ガリウム系化合物半導体の選択成長

性を利用すれば、I型の電極とN型の電極を同一面に容易に形成することが出来る。

【実施例】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。第1図は本発明の具体的な一実施例に係る気相成長装置の構成を示した断面図である。石英反応室21で囲われた反応室20では、サセプタ22が操作場23に支持されており、そのサセプタ22は操作場23によって位置の調整が行われる。また、サセプタ22の主面にはサファイア基板24が配設されている。尚、8は高周波コイルであり、サファイア基板24を加熱するためのものである。

一方、反応室20のガスの流入側には、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とが配設されている。第1反応ガス管25は第2反応ガス管26と同心状に、第2反応ガス管26の内部に配設されている。その第1反応ガス管25は第1マニホールド27に接続され、第2反応ガス管26は第2マニホールド28に接続されている。そして、

第1マニホールド27にはNH<sub>3</sub>の供給系統Jとキャリアガスの供給系統Iとトリメチルガリウム(以下「TMG」と記す)の供給系統Jとトリメチルアルミニウム(以下「TMA」と記す)の供給系統Kとが接続され、第2マニホールド28にはキャリアガスの供給系統Iとジエチル亜鉛(以下「DEZ」と記す)の供給系統Lとが接続されている。

このような装置構成により、第1反応ガス管25の開口部25aから、NH<sub>3</sub>とTMGとTMAとH<sub>2</sub>との混合ガスが反応室20に流出し、第2反応ガス管26の開口部26aから、DEZとH<sub>2</sub>との混合ガスが反応室20に流出する。

N型のA<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>膜を形成する場合には、第1反応ガス管25だけから混合ガスを流出させれば良く、I型のA<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>膜を形成する場合には、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とからそれぞれの混合ガスを流出させれば良い。I型のA<sub>2</sub>, Ga<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>膜を形成する場合には、ドーパントガスであるDEZは第1

反応ガス管25から突出する反応ガスとサファイア基板24の近辺の反応室20aで初めて混合されることになる。そして、DEZはサファイア基板21に吹き付けられ熱分解し、ドーパント元素は成長するAl, Ga, ... Nにドーピングされて、I型のAl, Ga, ... Nが得られる。この場合、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とで分離して、反応ガスとドーパントガスがサファイア基板24の付近の反応室20aまで導かれるので、従来の装置で生じるガスの導入管におけるDEZとTMA又はTMAとの反応が抑制されるため、良好なドーピングが行われる。

尚、サセプタ22の反応ガスの流れる方向Xに対する傾斜角は、45度に構成されている。このように傾斜させることにより、サセプタ22をガス流に対し直角に構成した場合に比べて良好な結晶が得られた。

次に本装置を用いて、第2図に示す構成の発光ダイオードを作成する方法を説明する。

まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄した(100

面を主面とする単結晶のサファイア基板24をサセプタ22に設置する。次に、H<sub>2</sub>を0.3ℓ/分で、第1反応ガス管25及び第2反応ガス管26から反応室20に流しながら温度1100℃でサファイア基板24を気相エッチングした。次に温度を350℃まで低下させて、第1反応ガス管25からH<sub>2</sub>を3ℓ/分、NH<sub>3</sub>を2ℓ/分、TMAを $7 \times 10^{-4}$ セル/分で供給して1分間熱処理した。この熱処理により、AlNのパッパ層30が約0.1μmの厚さに形成された。1分経過した時にTMAの供給を停止して、サファイア基板24の温度を970℃に保持し、第1反応ガス管25からH<sub>2</sub>を2.5ℓ/分、NH<sub>3</sub>を1.5ℓ/分、TMGを $1.7 \times 10^{-4}$ セル/分で60分間供給し、厚さ約7μmのN型のGa<sub>0.9</sub>Nから成るN層31を形成した。次に、そのサファイア基板24を反応室20から取り出し、N層31の主面にホトレジストを塗布して所定パターンのマスクを使って露光した後エッチングを行って所定パターンのホトレジストを得た。次に、このホトレジストをマスクにして誘導

100Å程度のSiO<sub>2</sub>膜32をパターン形成した。その後、ホトレジストを除去しSiO<sub>2</sub>膜32のみがパターン形成されたサファイア基板24を洗浄後、再度、サセプタ22に設置し気相エッチングした。そして、サファイア基板24の温度を970℃に保持し、第1反応ガス管25からは、H<sub>2</sub>を2.5ℓ/分、NH<sub>3</sub>を1.5ℓ/分、TMGを $1.7 \times 10^{-4}$ セル/分供給し、第2反応ガス管26からは、DEZを $5 \times 10^{-4}$ セル/分で5分間供給して、I型のGa<sub>0.9</sub>Nから成るI層33を厚さ1.0μmに形成した。この時、Ga<sub>0.9</sub>Nの露出している部分は、単結晶のI型のGa<sub>0.9</sub>Nが成長しI層33が得られるが、SiO<sub>2</sub>膜32の上には多結晶のGa<sub>0.9</sub>Nから成る導電層34が形成される。その後、反応室20からサファイア基板24を取り出し、I層33と導電層34の上にアルミニウム電極35、36を露着し、サファイア基板24を所定の大きさにカッティングして発光ダイオードを形成した。この場合、電極35はI層33の電極となり、電極36は導電層34と極めて近いSiO<sub>2</sub>膜

膜32を介してN層31の電極となる。そして、I層33をN層31に対し正電位とすることにより、接合面から光が発光する。

N層31の上に成長したI層33の断面の顕微鏡写真を第3図(a)に、高エネルギー電子線による反射回折法(RHEED)の結果を示す写真を第4図(a)に示す。また、SiO<sub>2</sub>膜32に成長した導電層34の顕微鏡写真を第3図(b)に、RHEEDの結果を示す写真を第4図(b)に示す。これらの写真から分るように、N型のGa<sub>0.9</sub>Nの上には、単結晶のGa<sub>0.9</sub>Nが成長しており、SiO<sub>2</sub>膜の上には多結晶のGa<sub>0.9</sub>Nが成長している。そして、この多結晶のGa<sub>0.9</sub>Nは単結晶のI型のGa<sub>0.9</sub>Nに比べ高い導電性を有し、導電層34となりN層31に対するリードとなる。

また、Al, Ga, ... N系の発光ダイオードを形成するには、N層31とI層33とを形成する場合に、第1反応管25からTMAを所定割合で流せば良い。例えば、第1反応ガス管25からサファイア基板24の温度を1105℃に保持し、H<sub>2</sub>

を  $3.2 \times 10^{-4}$  モル/分、 $\text{NH}_3$  を  $2.2 \times 10^{-4}$  モル/分、 $\text{TMA}$  を  $7.2 \times 10^{-4}$  モル/分、 $\text{TMG}$  を  $1.7 \times 10^{-4}$  モル/分で供給し、第2反応ガス管25からDEZを  $5 \times 10^{-4}$  モル/分で供給することにより、 $I=0.3$  のI型のA2、GaInN系半導体膜が得られる。

#### 【発明の効果】

本発明はN型の窒化ガリウム系化合物半導体のN型の主面に二酸化シリコン薄膜をパターン形成した後、二酸化シリコン薄膜をマスクにしてI型の窒化ガリウム系化合物半導体を選択成長させて単結晶のI型と、二酸化シリコン薄膜上に非単結晶の導電層を形成しているの、I型の電極とN型の電極を同じ側の面に形成することができ発光素子の製造が簡単になるという効果を有している。

#### 4. 図面の簡単な説明

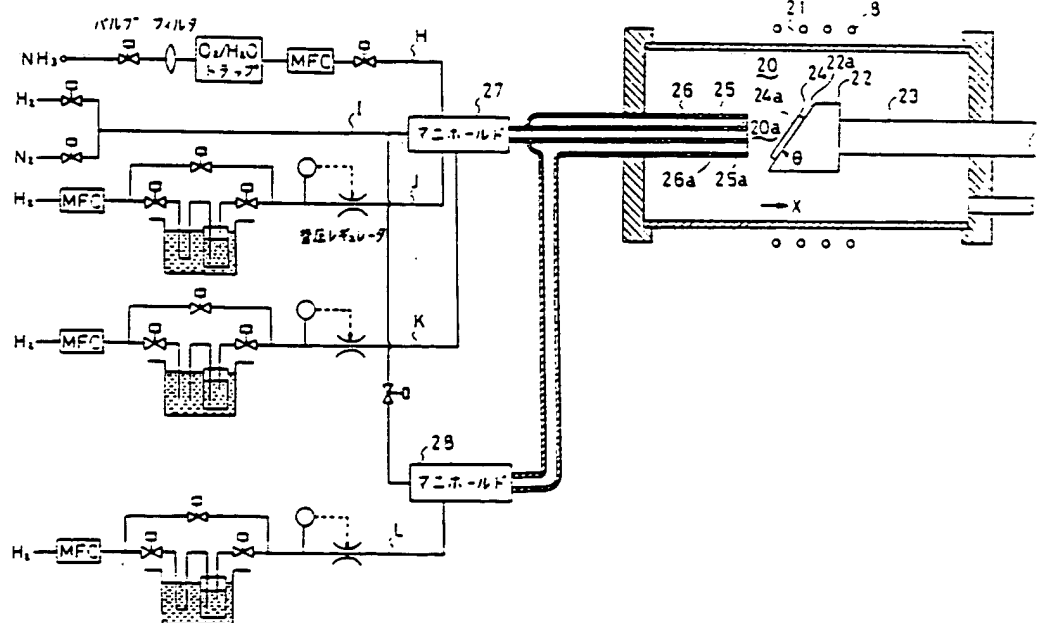
第1図は本発明の具体的な一実施例に係る気相成長装置の構成を示した構成図。第2図はその装置で製造される発光ダイオードの構成を示した構成図。第3図はN型及びSiO<sub>2</sub>膜上に成長したGaInNの層の断面組織を示す顕微鏡写真。第4図

はN型及びSiO<sub>2</sub>膜上に成長したGaInNの層のREEDの結果を示す写真。第5図は従来の発光素子の構造を示した構成図である。

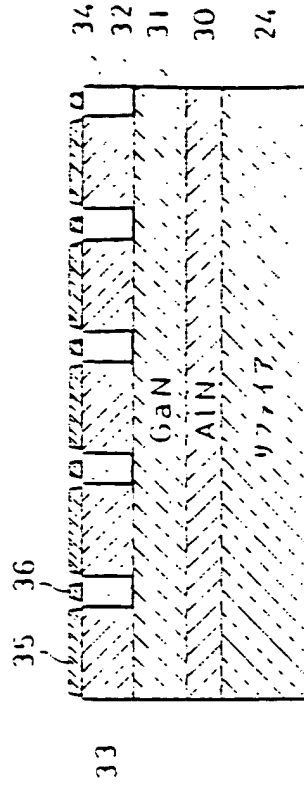
20 反応室 21 石英反応管 22 ナマブタ 23 制御箱 24 ナフタイテ基板 25 第1反応ガス管 26 第2反応ガス管 27 第1マニホールド 28 第2マニホールド 30 パッキン 31 N型 32 SiO<sub>2</sub>膜 33 I型 34 導電層 35、36 電極 H-NH<sub>3</sub>の供給系統 I-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>の供給系統 J-TMGの供給系統 K-TMAの供給系統 L-DEZの供給系統

特許出願人 豊田合成株式会社  
同 名古屋大学  
代理人 井理士 澤谷 隆

第1図



第 2 図



第 4 図

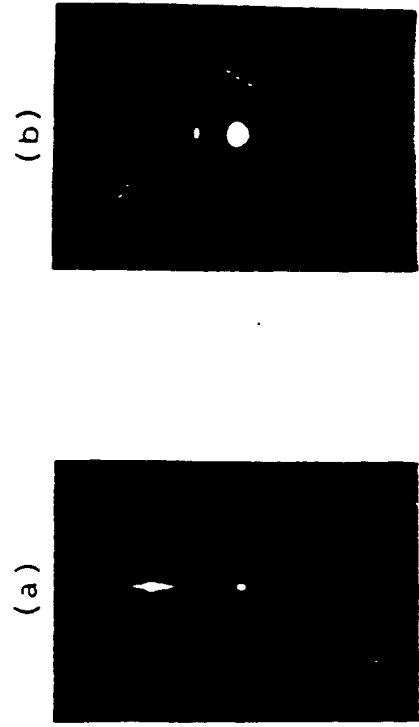


図 3 の各層 (内容に変更なし) (a)



第 3 図

(b)



手 続 補 正 書 (方式)

昭和62年 5月22日

特許庁長官 黒田 明雄 閣下

1. 事件の表示

昭和52年特許願第 211124号

2. 発明の名称

電化ポリウム系化合物半導体電素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 愛知県西春日井郡春日村大字南合字長田1番地

名称 豊田合成株式会社

代表者 堀 下 正 夫

4. 代理人

住所 〒451  
名古屋市東区一ツ橋1丁目3番地  
土曜ビル3F  
☎(052)363-2558

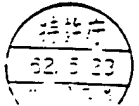
氏名 井 理 士 豊 谷 孝 生

5. 補正命令の日付 (発送日)

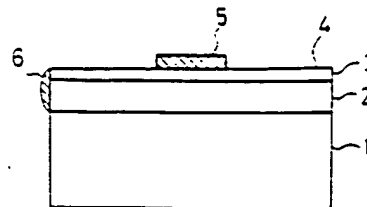
昭和62年 3月31日 (発送日 昭和62年 4月23日)

6. 補正の対象

明細書の図面の図面の説明の欄及び図面



第 5 図



7. 補正の内容

- (1) 明細書第11頁第20行目に「断面組織を示す顕微鏡」とあるを「顕微鏡による結晶の構造を示した」と補正する。
- (2) 明細書第12頁第2行目に「の結果を示す」とあるを「による結晶の構造を示した」と補正する。
- (3) 第3図(a)、(b)及び第4図(a)、(b)を別紙の通り黒色の図面に代わる写真に補正する。

3. 添付書類の目録

- (1) 適正な図面(第3図(a)、(b)及び第4図(a)、(b)) … 2通

以上